

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Вводная	Традиции проектирования ТфОП, Мобильность, проектирование сетей NGN. Конвергенция.
2	Softswitch	Понятие и основные определения. Концепция. Архитектура. Протоколы.
3	Подсистема IMS	Softswitch в мобильных сетях. Стандартизация. Функциональные возможности. Архитектура. Протоколы. Технология IMS
4	TISPAN NGN	Проект TISPAN. Его задачи и функции. Архитектура.
5	Технология LTE	Технология LTE и LTE Advanced
6	Перевод существующей сети под управление IMS -ядра	Подходы к переводу под IMS-ядро и их сравнение, медиатор плана нумерации, процесс прохождения вызова, модернизация АТС, переносимость номеров, реализация функций COPM
7	Проектирование систем управления NGN и пост-NGN	Мониторинг в e-TOM Assurance

1. Введение

Эволюцию архитектуры систем с коммутацией каналов к архитектуре NGN/IMS с контроллером медиашлюзов Softswitch иллюстрирует рисунок ниже

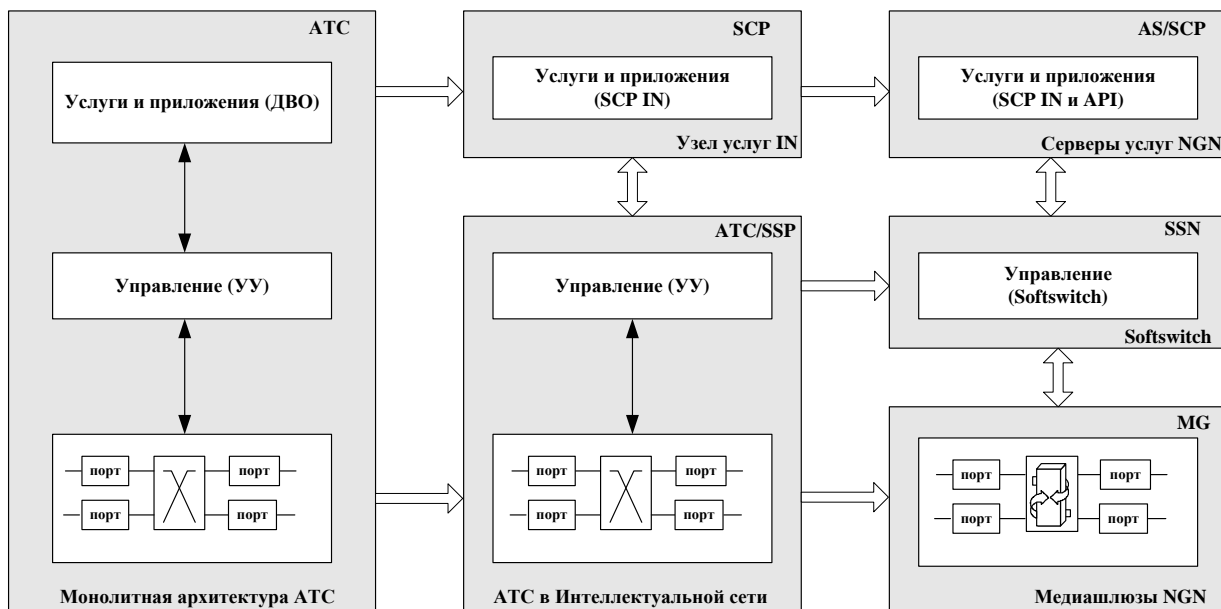


Рис. 1. Декомпозиция систем коммутации сетей TDM и NGN

Показанные в левой части традиционные АТС с коммутацией каналов объединяют в одной структуре функции коммутации, функции управления обслуживанием вызовов, услуги и приложения, а также функции биллинга. Такие АТС представляют собой монолитную, закрытую структуру, как правило, не допускающую расширения или модернизации на базе оборудования других производителей.

Определенные попытки разрушить этот монолит предпринимались как снизу, через сеть доступа с помощью универсального интерфейса V5.2, так и сверху через интеллектуальную сеть с помощью протокола INAP. Эти попытки не были безуспешными, но разрабатываемому таким образом оборудованию и программному обеспечению были свойственны высокая стоимость и длительное время их внедрения. Революционное изменение ситуации принес Softswitch (правая часть). Он в корне изменил традиционную закрытую структуру систем коммутации, внедрил принципы компонентного построения сети и открытые стандартные интерфейсы между тремя основными функциями: коммутации, управления обслуживанием вызовов, услуг и приложений. В такой открытой распределенной структуре могут свободно использоваться функциональные компоненты разных производителей.

2. Softswitch

Softswitch определяется как носитель интеллектуальных возможностей сети, который координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или несколько сетей.

Softswitch (*гибкий коммутатор*) – это не только одно из сетевых устройств, но и сетевая архитектура и даже, в определенной степени, – идеология построения сети. В первую очередь, Softswitch реализует функции Call Agent, управляя обслуживанием вызовов, т. е. распознаванием и обработкой цифр номера для функций маршрутизации и распознаванием момента ответа вызываемой стороны, момента, когда один из абонентов кладет трубку, а также регистрацией этих действий для начисления платы.

Таким образом, Softswitch координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, т. е. поддерживает функции шлюза сигнализации SG (Signaling Gateway), управляет действиями, обеспечивающими соединение с логическими объектами в разных сетях, и преобразует информацию в сообщениях с тем, чтобы они были понятны на обеих сторонах несхожих взаимодействующих сетей. Один Softswitch, как правило, управляет одновременно несколькими транспортными шлюзами. В сети может присутствовать несколько Softswitch, которые связаны между собой по протоколу SIP (возможно также по протоколу H.323 или протоколу BICC) и согласованно управляют шлюзами, участвующими в соединении.

Для того чтобы обеспечить взаимодействие транспортного шлюза и Softswitch, рабочей группой Megaco, организованной IETF, был создан протокол, опирающийся на описанный выше принцип декомпозиции шлюза

2.1. Архитектура Softswitch

2.1.1. Модель гибкого коммутатора

Модель Softswitch предусматривает четыре функциональные плоскости, которые представлены на рисунке: транспортная; управления обслуживанием вызовов и сигнализации; услуг и приложений; эксплуатационного управления.

Названия, выделенные в тексте на рис. 2 курсивом и подчеркиванием, определяют функциональные объекты (ФО) Softswitch, которые одновременно являются логическими объектами IP-сети: **AS-F** – ФО сервера приложений; **SC-F** – ФО управления услугами; **CA-F** – ФО устройства управления шлюзом; **MGC-F** – ФО контроллера медиашлюзов; **SPS-F** – ФО прокси-сервера SIP; **R-F** – ФО маршрутизации вызова; **A-F** – ФО учета, авторизации, аутентификации; **MS-F** – ФО транспортного сервера; **SG-F** – ФО шлюза сигнализации; **MG-F** – ФО медиашлюза; **IW-F** – ФО взаимодействия; **AGS-F** – ФО сигнализации шлюза доступа.

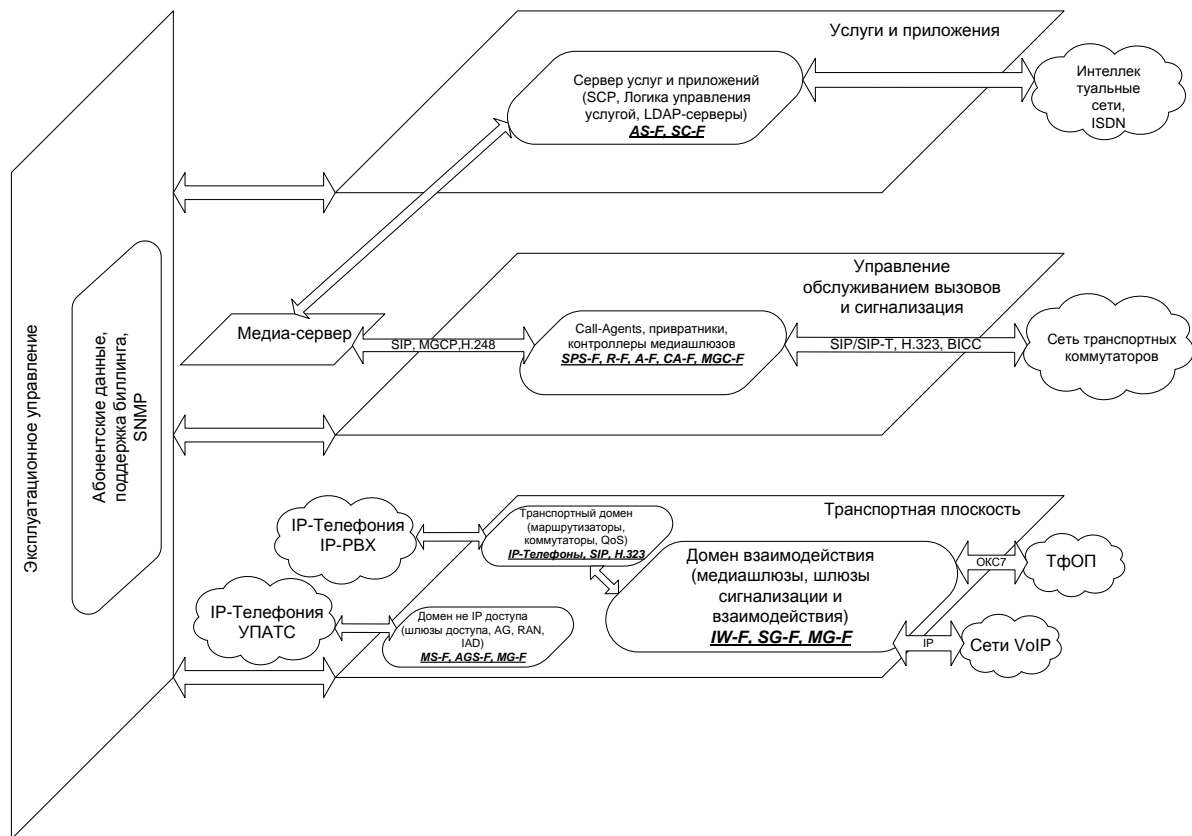


Рис. Архитектура Softswitch

2.1.2. Транспортная плоскость

Транспортная плоскость (Transport Plane) отвечает за перенос сообщений по сети связи, а также обеспечивает доступ к сети IP-телефонии сигнальной и/или пользовательской информации, поступающей со стороны других сетей или терминалов. Как правило, устройства и функции транспортной плоскости управляются функциями плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализации.

2.1.3. Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации

Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации (Call Control & Signaling Plane) управляет основными элементами сети IP-телефонии и, в первую очередь, теми, которые принадлежат транспортной плоскости. В этой Call Control & Signaling Plane осуществляется управление обслуживанием вызова на основе сигнальных сообщений, поступающих из транспортной плоскости, устанавливаются и разрушаются соединения для передачи пользовательской информации по сети.

2.1.4. Плоскость услуг и приложений

Плоскость услуг и приложений (Service & Application Plane) обеспечивает управление, логику и выполнение услуг и/или приложений в сети IP-телефонии. Устройства в этой плоскости содержат логику выполнения услуг и управляют этими услугами путем взаимодействия с устройствами,

находящимися в плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализации. Плоскость услуг и приложений состоит из серверов приложений *Application Servers* и серверов дополнительных услуг *Feature Servers*.

2.1.5. Плоскость эксплуатационного управления

На плоскости эксплуатационного управления (Management Plane) поддерживаются функции инициирования абонентов и услуг, эксплуатационной поддержки, биллинга и другие функции управления сетью. Плоскость эксплуатационного управления может взаимодействовать с некоторыми или со всеми другими тремя плоскостями либо по стандартному протоколу (например, по протоколу SNMP), либо по внутренним протоколам и интерфейсам API.

2.2. Протоколы сигнализации

Архитектура Softswitch изначально разрабатывалась для применения в сетях NGN. Но не все сети являются таковыми, поэтому необходимо осуществлять также взаимодействие с сетями, построенными ранее. Обмен информацией между объектами как внутри сети, так и между разными сетями происходит при помощи различных протоколов сигнализации. Для обеспечения возможности такого взаимодействия, Softswitch поддерживает различные виды сигнализации: для управления соединениями, для взаимодействия Softswitch между собой, для управления транспортными шлюзами.

Основные протоколы сигнализации управления соединениями следующие: SIP (включая SIP-T), OKC7 и H.323. В качестве опций могут использоваться протокол E-DSS1 доступа ISDN, протокол абонентского доступа через интерфейс V5 (или его SIGTRAN-версии V5U), а также все еще актуальная для отечественных сетей связи сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам R1.5. Протоколами сигнализации для управления транспортными шлюзами являются: MGCP и Megaco/H.248, а для взаимодействия между Softswitch – SIP-T и BICC. Благодаря этим протоколам появляется возможность обеспечить децентрализацию услуг телефонии, причем возможен вариант управления услугами со стороны пользователя.

3.1.2. Функция SIP-сервера

Функция управления сеансами *CSCF (Call Session Control Function)* является центральной частью системы IMS, представляет собой, по сути, SIP-сервер и обрабатывает SIP-сигнализацию в IMS. Существуют функции CSCF трех типов: Proxy-CSCF (P-CSCF), Interrogating-CSCF (I-CSCF) и Serving-CSCF (S-CSCF).

Первая из перечисленных, функция **P-CSCF** – это первая точка взаимодействия (на сигнальном уровне) пользовательского IMS-терминала и IMS-сети. С точки зрения SIP, она является входящим/исходящим прокси-сервером, через который проходят все запросы, исходящие от IMS-терминала или направляемые к нему.

I-CSCF – еще один SIP-прокси, расположенный на границе административного домена Оператора. Когда SIP-сервер определяет следующую пересылку для некоторого SIP-сообщения, он получает от службы DNS адрес I-CSCF соответствующего домена. Кроме исполнения функций

SIP-прокси I-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с HSS и SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и об обслуживающей его S-CSCF. Если никакая функция S-CSCF еще не назначена, функция I-CSCF производит ее назначение.

S-CSCF – центральная интеллектуальная функция на сигнальном уровне, т.е. функция SIP-сервера, который управляет сеансом. Помимо этого, S-CSCF выполняет функцию регистрирующего сервера сети SIP (SIP-registrar), то есть поддерживает привязку местоположения пользователя (например, IP-адресом терминала, с которого пользователь получил доступ в сеть) к его SIP-адресу.

3.1.3. Функция PDF

Функция Policy Decision Function (PDF) отвечает за выработку политики на основании информации о характере сеанса и о передаваемом трафике (транспортные адреса, ширина полосы и т.д.), полученной от P-CSCF. На базе этой информации PDF принимает решение об авторизации запросов от GGSN.

3.1.4. Серверы приложений

Серверы приложений (Application Servers), по существу, не являются элементами IMS, а работают, условно говоря, поверх нее, предоставляя услуги в сетях, построенных согласно IMS-архитектуре.

3.1.5. Функция MRF

MRF (Media Resource Function) является источником медиаинформации в домашней сети и позволяет воспроизводить разные объявления, смешивать медиапотoki, транскодировать битовые потоки кодеков, получать статистические данные и анализировать медиаинформацию. Функция MRF делится на две части: *MRFC – Media Resource Function Controller* и *MRFP – Media Resource Function Processor*.

MRFC находится на сигнальном уровне и взаимодействует с S-CSCF по протоколу SIP. Используя полученные инструкции, MRFC управляет по протоколу Megaco/H.248 процессором MRFP, находящимся на уровне передачи данных, а тот выполняет все манипуляции с медиаинформацией.

3.1.6. Функция BGCF

Breakout Gateway Control Function – это SIP-сервер, способный выполнять маршрутизацию вызовов на основе телефонных номеров. BGCF используется только в тех случаях, когда сеанс инициируется IMS-терминалом, а адресатом является абонент сети с коммутацией каналов (например, ТфОП или мобильной сети 2G).

3.1.7. Шлюз ТфОП/CS

Шлюз ТфОП/CS поддерживает взаимодействие IMS-сети с ТфОП и позволяет устанавливать соединения между пользователями этих сетей. Он имеет распределенную структуру, характерную для архитектуры Softswitch: SGW – Signaling Gateway, MGCF – Media Gateway Control Function и MGW – Media Gateway.

3.1.8. Шлюз безопасности SEG

Для того чтобы защитить уровень управления в домене безопасности (security domain), представляющем собой такую область сети, которая принадлежит одному провайдеру услуг, в которой действуют единые административные правила и сетевая политика, трафик на входе в этот домен и на выходе из него будет проходить через шлюз безопасности *SEG* (*Security Gateway*).

4. TISPAN NGN

Стандартизация использования IMS в стационарных сетях и построения NGN на базе IMS-архитектуры ведется в проекте TISPAN комитета ETSI.

Поддержку разнотипного фиксированного доступа в релизе 1 TISPAN обеспечивают две новые подсистемы:

- *Network Attachment Subsystem (NASS)* производит назначение IP-адресов, например, используя протокол *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)*, аутентификацию на уровне IP, авторизацию доступа к сети, определение местонахождения на уровне IP и др.
- *Resource and Admission Control Subsystem (RACS)* управляет доступом.

Благодаря совместным усилиям TISPAN и 3GPP, архитектура IMS адаптируется к xDSL доступу, для которого поддерживаются мультимедийные услуги, и обеспечивается *симуляция* услуг PSTN/ISDN.

Отдельно TISPAN определяет для IMS подсистему *эмуляции* услуг ТфОП/ISDN, которая позволяет заменить TDM-оборудование коммутации каналов средствами IMS, сохранив в сети традиционные абонентские терминалы. Здесь разница между симуляцией и эмуляцией следующая.

Симуляция заключается в предоставлении ТфОП/ISDN услуг на базе IMS только интеллектуальным терминалам (например, IP-телефонам). При этом, не обязательно строго выполнять все требования, предъявляемые к этим услугам, и предоставлять весь спектр услуг - можно ограничиться лишь некоторыми из них, наиболее популярными, возможно, с иными эргономическими характеристиками.

Эмуляция же заключается в том, что IP-сеть создаёт для окончного оборудования видимость того, что она является ТфОП/ISDN сетью. Пользователи не ощущают того, что они подключаются к IP-сети, а не к ТфОП/ISDN, и, следовательно, обеспечивается возможность использования и интеллектуальных, и не интеллектуальных терминалов.

NASS, по сути, замещает функции домена коммутации пакетов 3GPP и GPRS-процедуры аутентификации, управления и определения местонахождения. При создании этой подсистемы ещё предстоит решить ряд проблем – взаимодействия с механизмами аутентификации на уровне SIP, соблюдения соответствия стандартам Форума DSL, использования одной NASS для каждой из сетей доступа или одной NASS для нескольких сетей доступа.

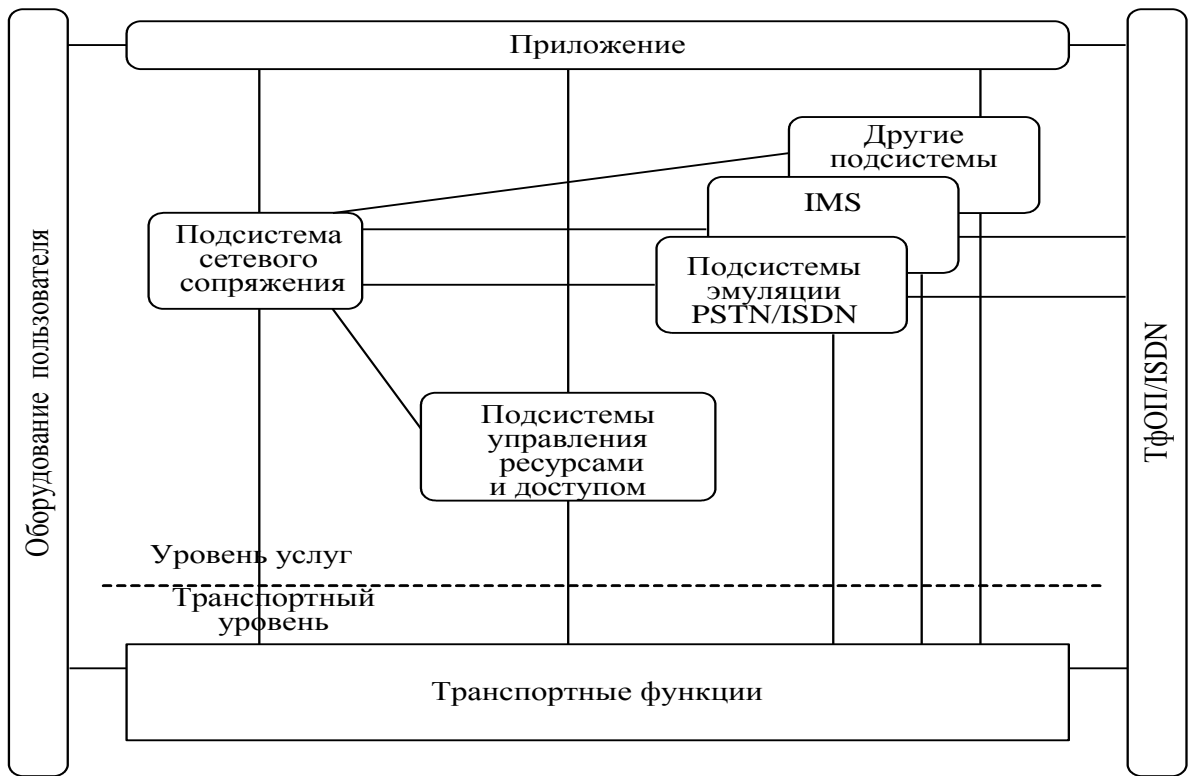
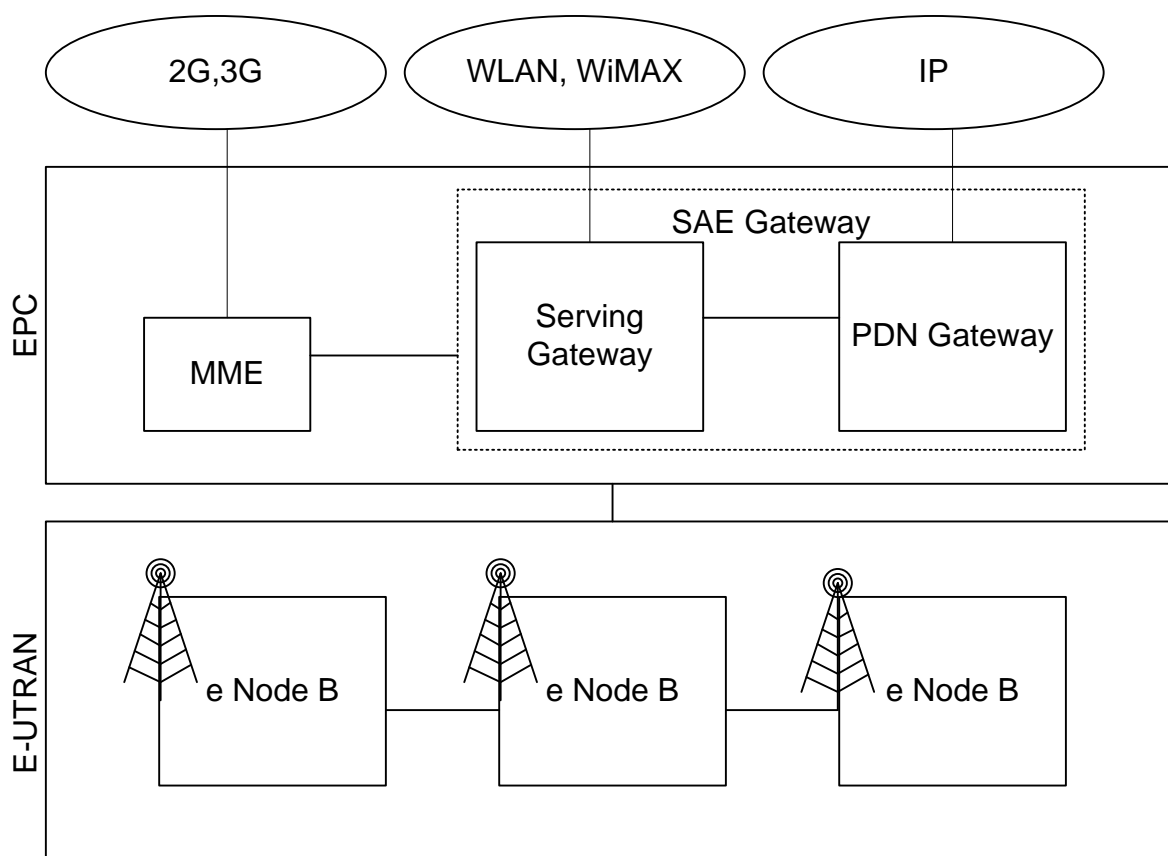


Рис. Архитектура NGN сети в проекте TISPAN

5.Технология LTE

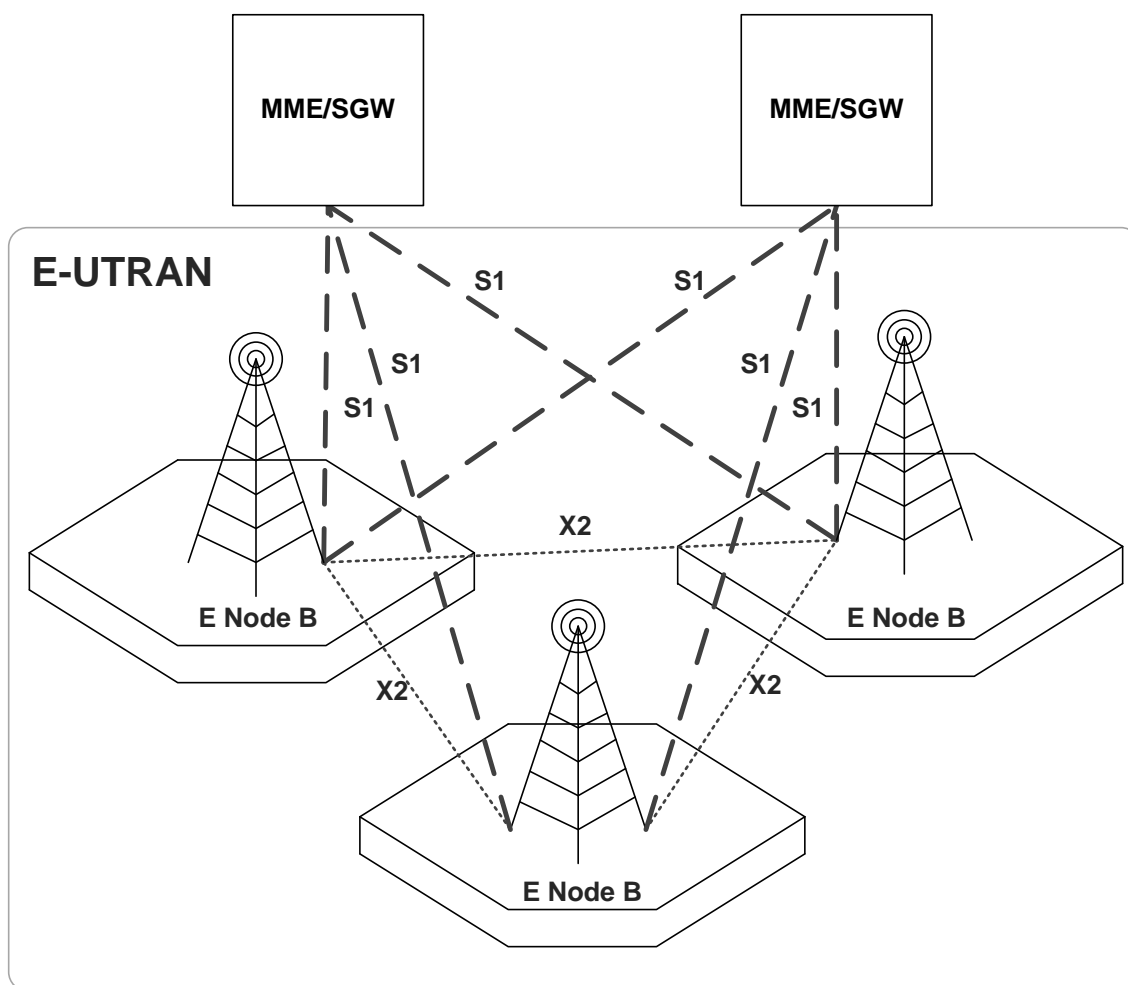
В релизе 7 3GPP представлены две новые технологии, позволяющие увеличить скорость передачи на радиоучастке: технология MIMO (Multiple In, Multiple Out) и модуляция 64 QAM. Также в релизе представлена вторая фаза развития IMS (IMS phase 2), раскрывающая все возможности IP-ядра сети. Таким образом, на существующих 3G сетях, основанных на технологии WCDMA и использующих диапазон частот шириной 5 МГц, оказываются практически достигнутыми лимиты скоростей передачи данных.

Чтобы преодолеть эти ограничения, 3GPP разработал стандарты для сети мобильной связи нового поколения, получившие название LTE (Long Term Evolution) и SAE (System Architecture Evolution). Эти стандарты являются новым шагом по пути увеличения полосы пропускания и скорости передачи данных. LTE и SAE специфицированы 3GPP в релизе 8, в серии спецификаций 36.xxx. Термин LTE описывает эволюцию сети радиодоступа относительно сетей GSM и UMTS и появление нового стандарта E-UTRAN. SAE описывает эволюцию ядра сети в Evolved Packet Core (EPC), архитектура которого значительно изменена относительно прежних сетей GSM/3G. Существует собирательный термин EPS (Evolved Packet System), который объединяет сеть доступа



На рис. изображена базовая архитектура EPS, которая состоит из пакетного ядра сети Evolved Packet Core (EPC) и сети радиодоступа E-UTRAN. Сеть основана полностью на протоколе IP, и больше не включает в себя домен с коммутацией каналов - для передачи голоса в LTE используется только технология VoIP. IP-ядро сети снабжено простыми, но эффективными механизмами обеспечения QoS по требованию. Одна из задач концепции LTE/SAE - сети – использование Ethernet (класса carrier-grade) там, где это возможно, в частности, для подключения узла eNodeB, который является базовой станцией LTE.

LTE – E-UTRAN



В соответствии с рекомендацией 3GPP TR 25.912, E-UTRAN имеет следующую архитектуру:

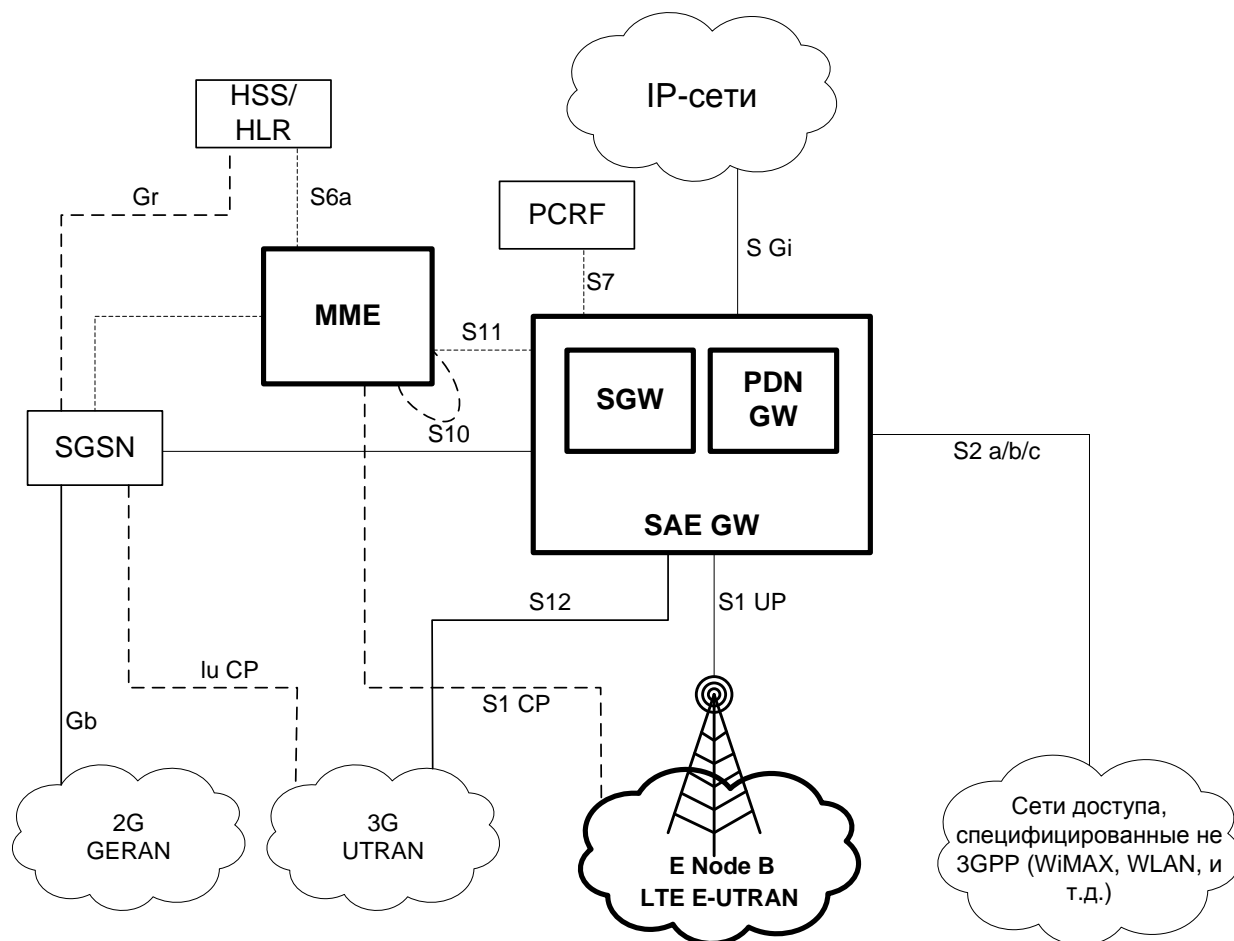
«Evolved UTRAN включает в себя eNB, который представляет собой окончательный пункт для протоколов пользовательского уровня и уровня управления (U-plane и C-plane). Узлы eNB соединены между собой посредством интерфейса X2. Предполагается, что между двумя узлами eNB, которым требуется соединиться друг с другом (например, для реализации хэндовера пользовательского терминала), всегда существует интерфейс X2. Также, eNB соединены с EPC (Evolved Packet Core) посредством интерфейса S1. Интерфейс S1 поддерживает конфигурацию многоточка-многоточка.»

Функции eNB включают в себя не только функции базовой станции 3G (NodeB) по взаимодействию с оборудованием пользователя через радиointерфейс, но и функции Radio Network Controller (RNC) по управлению радиоресурсом и маршрутизации пользовательской информации к шлюзу Serving Gateway.

SAE

System Architecture Evolution (SAE) – это сетевая архитектура, разработанная с целью бесшовной интеграции мобильной сети с другими сетями, работающими по протоколу IP. В SAE исчезают такие элементы как RNC (Radio Network Controller) и SGSN (Serving GPRS Support Node), и появляются новые элементы: evolved Node B (eNB), MME (Mobility Management Entity) и SAE

Gateway. Это позволяет сети получить «плоскую» архитектуру all-IP сети. SAE также осуществляет взаимодействие с другими беспроводными сетями (WCDMA, WiMAX, WLAN и т.д.), позволяя не-3GPP технологиям иметь прямой интерфейс с сетью и управляя ими в пределах одной сети.



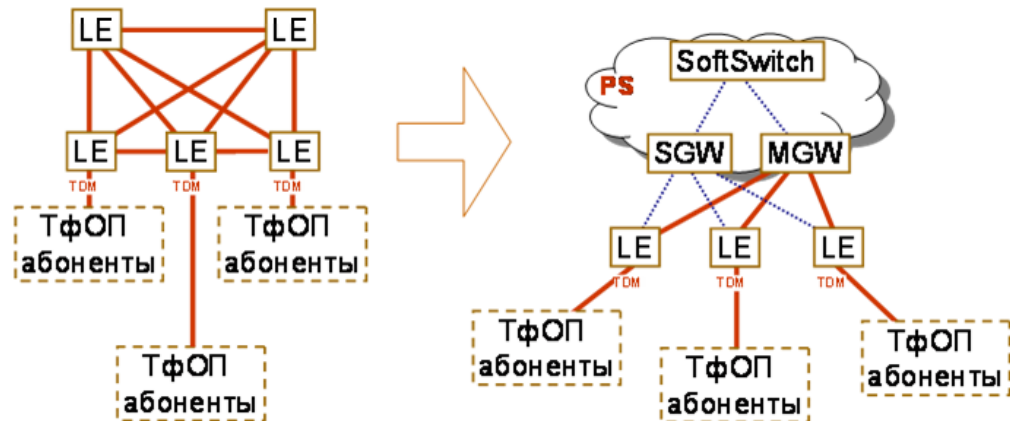
MME= Mobility Management Entity
 SGW=Serving Gateway
 PDN GW=Public Data Network Gateway
 SGSN=Serving GPRS Support Node
 HSS=Home Subscriber Server
 PCRF=Policy Control and Charging Function

----- Сигнальная информация
 ————— Пользовательская информация

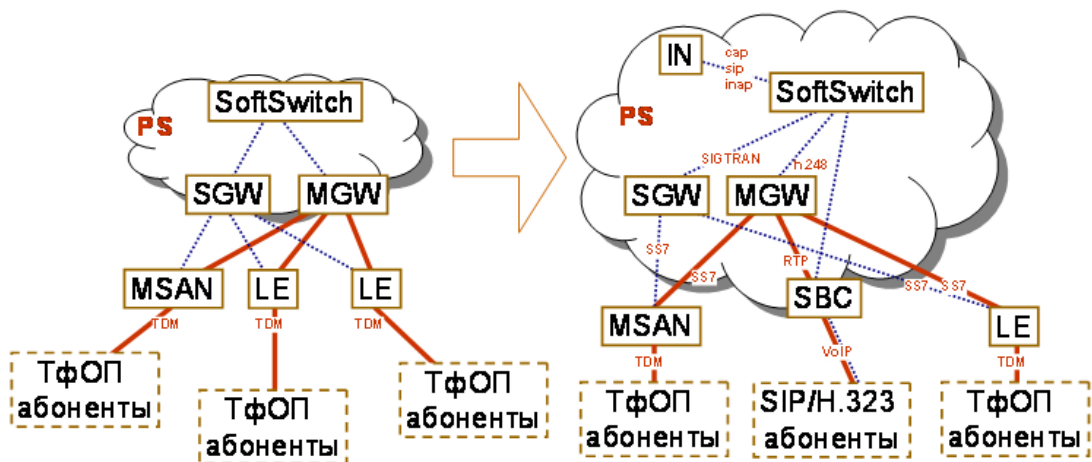
SAE включает в себя новое эволюционне пакетное ядро (Evolved Packet Core, EPC), в котором встроены функции по взаимодействию с другими беспроводными сетями.

6. Перевод существующей сети под управление IMS – ядра

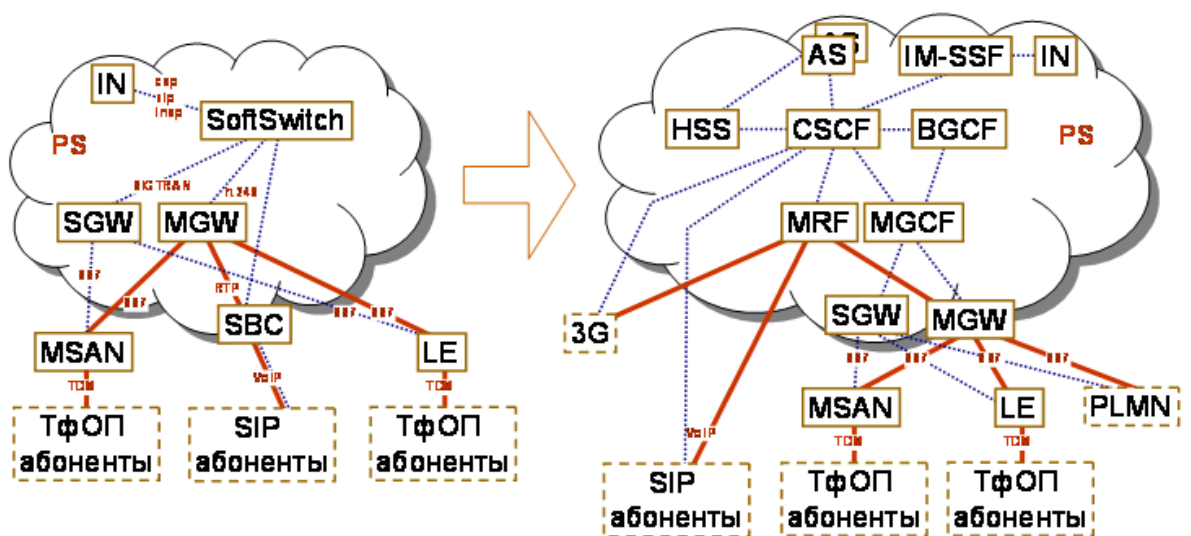
Шаги для традиционной сети



Шаг 1: обновление традиционной сети до сети NGN/SS

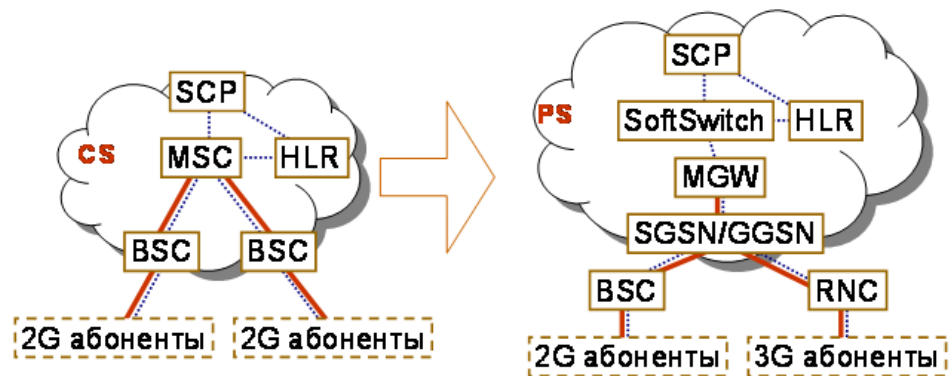


Шаг 2: добавление платформы услуг и взаимодействия с SIP абонентами

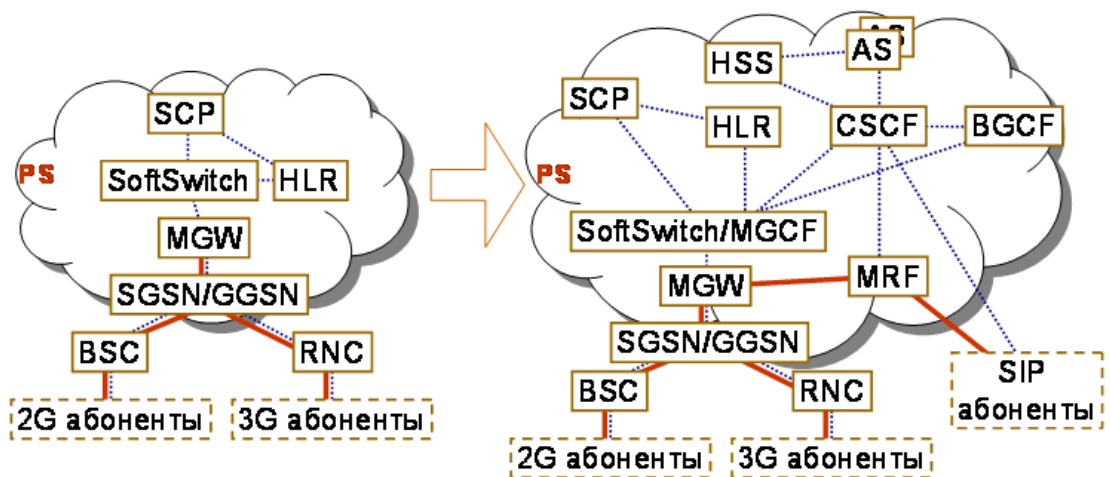


Шаг 3: обновление сети NGN/SS до сети NGN/IMS

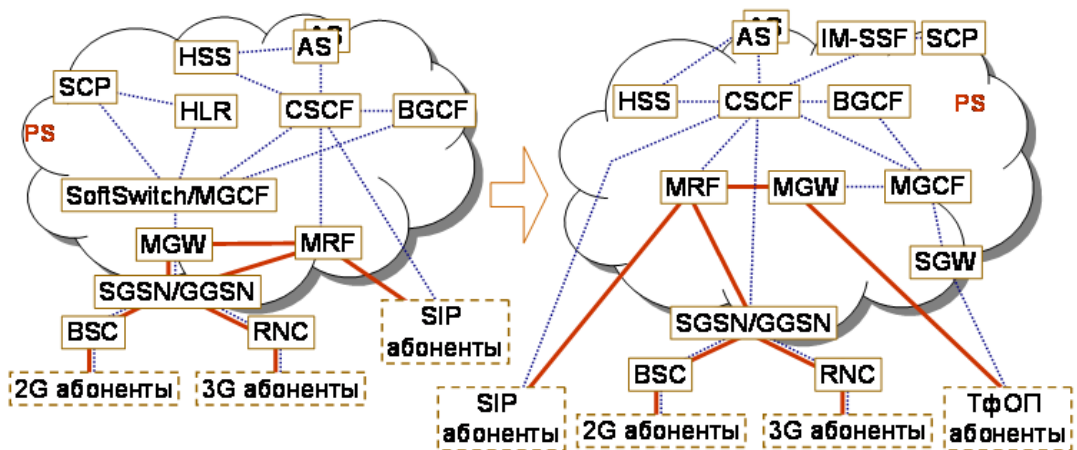
Шаги для мобильной сети



Шаг 1: обновление традиционной сети до сети следующего поколения на базе программного коммутатора



Шаг 2: добавление оборудования опорной сети IMS для предоставления дополнительных услуг



Шаг 3: объединение баз данных и обновление сети NGN/SS до сети NGN/IMS

7. Проектирование систем управления NGN и пост-NGN

Перед специалистами форума TMF стояла непростая задача: предложить универсальный способ разработки систем управления NGN (OSS)

Методология и жизненный цикл **NGOSS** определяют лиц, заинтересованных в построении систем поддержки эксплуатации, их цели, процессы, в которых они участвуют, фазы разработки, информацию, которая используется в каждой из фаз, информацию, которая получается на выходе фаз и прочее.

Под бизнес-процессом понимается последовательность взаимосвязанных действий, нацеленных на достижение одной или нескольких бизнес-целей.

Первоначально специалисты форума ограничивались только эксплуатационной деятельностью Оператора связи, и первая их попытка формализовать бизнес-процессы была выражена в карте процессов для Оператора связи – Telecom Operations Map (**TOM**). Карта процессов **TOM** упорядочивала деятельность Оператора в рамках быстрых и рутинных процессов эксплуатации (например, смена тарифного плана или подключение новой услуги), однако с ее помощью не всегда получалось выделить непрерывные последовательности процессов, так как цели эксплуатации иногда лежат в области бизнеса, стратегии или управления предприятием (например, ввод на рынок новых услуг, управление персоналом и пр.). Потребность в сквозном описании бизнес-процесса, т.е. учитывающем все стадии бизнес-процесса, начиная от его инициирования и заканчивая получением его результата, привела к расширению карты процессов, в результате чего появилась расширенная карта процессов для Оператора связи – enhanced Telecom Operations Map (**eTOM**). Это первый инструмент, определяемый в концепции **NGOSS**. С помощью карты **eTOM** Оператор может структурировать свои бизнес-процессы, определить дублирующиеся и недостающие, если таковые имеются. Данный инструмент бизнес-ориентирован, и поэтому с его помощью руководство предприятия-Оператора связи может построить стратегию или выделить процессы, которые надо автоматизировать с помощью информационной системы (т.е. поставить высокоуровневые требования Разработчику), но с помощью **eTOM** нельзя решить какие-либо более детальные и технологически-ориентированные вопросы.

Для того, чтобы обозначить объекты, участвующие в процессах карты **eTOM**, а также взаимосвязи между этими объектами, и определить, какой информацией оперируют бизнес-процессы, строится *информационная модель*.

Информационная модель — модель объекта, представленная в виде информации, описывающей существенные для данного рассмотрения параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы объекта.

Форум TMF предпринял попытку разработки новой эталонной модели данных, в которой задействованы все объекты и вся информация, которые могут участвовать в бизнес-процессах, определенных в модели **eTOM**, то есть специфических для отрасли телекоммуникаций. Модель получила название Shared Information and Data model (**SID**) и стала следующим инструментом, определенным в методологии **NGOSS**. В процессе создания **SID** был произведен анализ основных информационных моделей, выбраны участки для заимствования и участки для дальнейшей проработки. Подчеркнем еще раз то, что использование общей модели данных становится

особенно важным, когда дело доходит до интеграции продуктов от различных производителей. Возможность взаимодействия двух систем появляется только в том случае, если они оперируют одними и теми же понятиями. В противном случае возникают существенные проблемы, и требуется создание специального ПО, приводящего форматы данных к единому виду.

Следующий вопрос, решенный форумом, касался принципов построения архитектуры программного обеспечения, так как именно в архитектуре должна закладываться идея всеобщей интеграции систем различных производителей между собой. В результате появилась технологически нейтральная архитектура (Technology Neutral Architecture, **TNA**), в основу которой были заложены принципы сервис-ориентированной архитектуры. Именно в **TNA** определяются основные идеи, позволяющие при необходимости интегрировать различные по функциональному назначению системы, даже если их разработкой занимались разные производители.

В последние годы наблюдался значительный рост рынка программного обеспечения, направленного на автоматизацию эксплуатационных бизнес-процессов. Хаотическое расширение рынка потребовало стандартизации в данной области. Для этого, во-первых, требуется определить, каким образом классифицировать решения, а также стандартизировать их названия. Во-вторых, требуется определить, какие функции закладываются в каждое конкретное решение, чтобы можно было определить стандартные интерфейсы и в дальнейшем заметно упростить интеграцию. Для решения этих задач была разработана карта **TAM** – карта приложений в области телекоммуникаций. Разбиение приложений в карте **TAM** на определенные функциональные области базируется на бизнес-процессах, определенных в модели **eTOM**.